

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**

**KINEZIOLOŠKI FAKULTET**

(studij za stjecanje visoke stručne spreme i stručnog naziva: magistar  
kineziologije)

**Dubravko Benko**

**Metode vježbanja u bodybuildingu: interval odmora**  
**(diplomski rad)**

**Mentor:**

**doc.dr.sc. Saša Vuk**

Zagreb, lipanj 2019.

## **METODE VJEŽBANJA U BODYBUILDINGU: INTERVAL ODMORA**

### **Sažetak**

Trening s otporima sastavni je dio programa svakog rekreativca i sportaša koji želi poboljšati svoje sposobnosti, postizati vrhunske rezultate, smanjiti rizik nastanka ozljede, te povoljno utjecati na vlastiti zdravstveni status. Nekoliko ključnih principa treninga kao što su veličina opterećenja, specifičnost, adaptacija, progresija i individualizacija utječu na učinkovito i sigurno upravljanje tijekom treninga s otporima. Razvoj mišićne jakosti i hipertrofije uvelike ovisi o pravilnom manipuliranju programskim varijablama treninga koje je potrebno poznavati kako bi učinci treninga bili maksimalni.

Volumen i intenzitet treninga jedne su od najvažnijih varijabli koje utječu na jakost i hipertrofiju, međutim, uz njih interval odmora također ima važnu ulogu u programiranju treninga s otporima. Definiran je kao vrijeme posvećeno oporavku između serija i vježbi, a njegovo trajanje može značajno utjecati na metaboličke i hormonalne odgovore, kao i izravno na intenzitet treninga: što je interval odmora kraći, veći je intenzitet u sljedećoj seriji. Kako bi se tijelo uspješno oporavilo i prilagodilo na buduće napore, te kako bi učinci treninga na razvoj sposobnosti bili maksimalni, potrebno je poznavati specifičnosti pravilnog upravljanja intervalom odmora.

Stoga je cilj ovog rada prikazati, objasniti i vrednovati ulogu intervala odmora u razvoju jakosti i mišićne hipertrofije, te objasniti mehanizme metode vježbanja u bodybuildingu za povećanje intenziteta vježbanja – interval odmora.

**Ključne riječi:** dužina odmora, hipertrofija, mišićna jakost, intenzitet.

## **BODYBUILDING TRAINING METHODS: REST INTERVAL**

### **ABSTRACT**

Resistance training is an integral part of every program for amateur and professional athlete who wants to improve their skills, achieve top performance, reduce the risk of injury and have a beneficial affect on its health status. Several key principles such as load, specificity, adaptation, progression and individualisation affects on safe and effective managing during resistance training. The development of muscle strength and hypertrophy largely depends on proper manipulation of acute programme variables which needs to be known to maximize the effects of training.

Training volume and intensity are one of the most important variables that affects muscle strength and hypertrophy, but also the rest interval have a significant role in programming resistance training. It is defined as a time dedicated to recovery between sets and exercises that affects metabolic and hormonal responses and directly influences on intensity of training: if the rest interval is shorter, the greater intensity is in the next set. In order for the body to fully recover and adapt on future efforts, it is necessary to properly manipulate the rest interval in order to maximize effects of training on abilities.

Therefore, the aim of this paper is to show, explain and evaluate the role of rest interval in order to develop smuscle strength, and hypertrophy and explain the mechanisms of bodybuilding exercise method to increase the intensity of exercise- rest interval.

**Key words:** length rest, hypertrophy, muscle strength, intensity.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	4
2. MIŠIĆNA JAKOST .....	5
2.1. Metode trenažnog rada .....	6
3. MIŠIĆNA HIPERTROFIJA .....	7
4. AKUTNI ČIMBENICI PROGRAMA VJEŽBANJA .....	9
4.1. Akutni čimbenici programa vježbanja – mišićna kontrakcija .....	9
4.2. Akutni čimbenici programa vježbanja – izbor vježbi .....	9
4.3. Akutni čimbenici programa vježbanja – brzina ponavljanja .....	10
4.4. Akutni čimbenici programa vježbanja – frekvencija .....	10
4.5. Akutni čimbenici programa vježbanja – volumen .....	11
4.6. Akutni čimbenici programa vježbanja – intenzitet .....	11
4.7. Akutni čimbenici programa vježbanja – interval odmora .....	12
5. UTJECAJ INTERVALA ODMORA NA VOLUMEN TRENINGA .....	14
5.1. Utjecaj intervala odmora na pretreniranost .....	14
6. UTJECAJ INTERVALA ODMORA NA METABOLIČKI STRES U TRENINGU JAKOSTI I HIPERTROFIJE .....	16
7. AKUTNI HORMONALNI ODGOVORI NA RAZLIČITE INTERVALE ODMORA .....	18
7.1. Akutni odgovori hormona testosterona na različite intervale odmora .....	18
7.2. Akutni odgovori hormona rasta na različite intervale odmora .....	19
7.3. Akutni odgovori kortizola na različite intervale odmora .....	20
8. UTJECAJ INTERVALA ODMORA NA MIŠIĆNU HIPERTROFIJU I JAKOST .....	22
8.1. Utjecaj intervala odmora na mišićnu hipertrofiju .....	22
8.2. Utjecaj intervala odmora na mišićnu jakost .....	24
9. ZAKLJUČAK .....	26
10. LITERATURA .....	27

## 1. UVOD

U poboljšanju sportaševih sposobnosti povećanjem mišićne jakosti, snage, brzine, hipertrofije, koordinacije i ostalih sposobnosti neizostavno mjesto ima trening s otporima. Nekoliko ključnih principa treninga kao što su veličina opterećenja, specifičnost, adaptacija, progresija i individualizacija utječu na učinkovito i sigurno upravljanje tijekom treninga s otporima. Međutim, uspješno programiranje treninga s otporima ovisi o više akutnih programskih varijabli: mišićnoj kontrakciji, veličini opterećenja i volumenu, odabiru vježbi i njihovom redoslijedu, intervalu odmora, brzini ponavljanja i učestalosti (ACSM, 2009).

Trening jakosti i hipertrofije temelj je uspjeha svakog sportaša i rekreativca. Dok je većini rekreativaca primarni cilj postići što veću mišićnu masu, sportašima je trening jakosti prioritet. Veliki broj istraživanja pokazuju da je u početku trenažnog procesa povećanje jakosti primarno rezultat bolje povezanosti središnjeg živčanog sustava kroz povećanje podražljivosti spinalnog motoričkog neurona i razvoja samih sinapsi leđne moždine kao i same međumišićne i unutarumišićne koordinacije. Za razliku od jakosti, hipertrofija se počinje pojavljivati u kasnijim fazama trenažnog procesa (Bird, 2005). Jedna od važnijih komponenti treninga jakosti i hipertrofije je volumen opterećenja. On predstavlja mjeru ukupnog opterećenja izvedenog na pojedinom treningu, u tjednu, mjesecu ili nekom drugom vremenskom periodu, te je potrebno pravilno manipuliranje volumenom treninga kako bi ishodi treninga bili optimalni. Osim volumena, intenzitet je također važna varijabla u programiranju treninga, te je određen veličinom vanjskog opterećenja koje je potrebno savladati tijekom treninga. Na intenzitet također utječe i interval odmora: što je odmor kraći, veći je intenzitet rada u sljedećoj seriji. Mnoga istraživanja pokazuju da je interval odmora između serija veoma važna komponenta koja utječe na akutne odgovore i kronične prilagodbe prilikom treninga s otporima (de Salles, 2009).

S obzirom na navedeno, cilj ovog rada je prikazati, objasniti i vrednovati teorije i mehanizme metode vježbanja u bodybuildingu za povećanje intenziteta vježbanja - interval odmora i dati praktične smjernice za rad u trenažnom procesu.

## 2. MIŠIĆNA JAKOST

Jakost (statična ili dinamična) je najveća voljna mišićna sila koju sportaš može proizvesti u dinamičnom ili statičnom režimu mišićnog rada prilikom, primjerice, dizanja utega velikih težina (1RM; dinamična jakost) ili pokušaja dizanja utega koje sportaš ne može pokrenuti (statična jakost) (Milanović, 2013).

Trening jakosti dio je programa svakog sportaša koji teži ka postizanju vrhunskih rezultata, kao i dio programa rekreativaca koji trening jakosti koriste u svrhu očuvanja i poboljšanja zdravstvenog statusa. Također, veliki broj istraživanja pokazuje da trening jakosti ima pozitivne učinke na tjelesno i mentalno zdravlje kod starijih osoba. Prema Tsutsumi i sur., (1997) trening jakosti značajno je utjecao na povećanje mišićne jakosti i hipertrofije kako kod muškaraca, tako i kod žena. Također, istraživanje je pokazalo značajno smanjenje tjelesne balastne mase u oba spola. Osim tjelesnog napretka, trening jakosti rezultirao je i poboljšanjem raspoloženja i smanjenjem anksioznosti kod oba spola. Ovo istraživanje slaže se s istraživanjem Westcotta (2012) koji tvrdi da trening jakosti ima pozitivne učinke na mentalno zdravlje.

Povećanje samopouzdanja, smanjenje depresije i poboljšanje kognitivnih funkcija samo su neki od pozitivnih učinaka na mentalno zdravlje treninga jakosti kod starijih osoba.

Osim toga, trening jakosti povezan je i s prevencijom ozljeda u sportu jer utječe na povećanje jakosti ligamenata, tetiva i vezivnih tkiva unutar mišića. Također, može dovesti do povećanja razine apsorpcije minerala u kostima i na taj način smanjiti veličinu ozljede (Fleck, Falkel, 1986). Smanjenjem mišićnog disbalansa između agonista i antagonista kroz trening jakosti zglobovi se dovode u centriran položaj, te se tako sprječava i smanjuje rizik od nastanka ozljeda.

Prema tome, trening jakosti nezaobilazan je u razvoju sportaševih sposobnosti, može pozitivno utjecati na tjelesno i psihološko zdravlje te značajno smanjiti mogućnost nastanka ozljeda, pa bi stoga treba biti nezaobilazan dio svakog kvalitetnog plana i programa treninga.

Jakost je moguće razviti različitim trenažnim aktivnostima i operatorima, precizno definiranim postupcima, oblicima, formama i načinima rada, odnosno, metodama trenažnog rada.

## 2.1. Metode trenažnog rada

Milanović, Jukić i Šimek (2003) definiraju dvije osnovne skupine trenažnog rada: metode vježbanja i metode poučavanja. Metode vježbanja služe za razvoj i održavanje raznolikih antropoloških, najčešće funkcionalnih i motoričkih sposobnosti i morfoloških osobina sportaša. Metode poučavanja primjenjuju se za usvajanje motoričkih informacija i usavršavanje i stabilizaciju motoričkih programa koji su povezani s tehničko-taktičkim znanjima sportaša. Metode trenažnog rada sastavni su dio svakog kvalitetnog plana i programa treninga, te odabir određenih metoda značajno će utjecati na ishode treninga.

Kada se radi o metodama za razvoj jakosti, Milanović (2013) je klasificirao nekoliko metoda:

1. Metoda dinamičnih podražaja (piramidalna metoda) - obrnuto proporcionalan odnos između težine utega i broja ponavljanja (npr. 60, 70, 80% od 1RM, sportaš izvodi 8, 6, 4 puta u određenom broju serija).
2. Metoda maksimalnih dinamičnih naprežanja - koristi se za razvoj maksimalne jakosti (vanjsko opterećenje od 80 do 150% od 1RM).
3. Metoda izometričnih naprežanja - podrazumijeva statičku mišićnu kontrakciju u kojoj nema pokreta u zglobovima, dužina mišića ostaje ista, a naprežanje je veliko.
4. Metoda maksimalnih ekscentričnih podražaja – vanjska sila je veća od kapaciteta mišićne sile (120-150%) stoga dolazi do popuštanja iznad supramaksimalnih opterećenja.
5. Metoda repetitivnih dinamičnih podražaja - vanjsko opterećenje je od 40-80% od 1RM s više ponavljanja u više serija.
6. Metoda eksplozivnih dinamičnih podražaja - vanjsko opterećenje iznosi od 40-70%, te se izvode brza i eksplozivna ponavljanja.
7. Pliometrijska metoda - vremenski interval između ekscentričnog i koncentričnog dijela rada treba biti što kraći.

### 3. MIŠIĆNA HIPERTROFIJA

Mišićna hipertrofija podrazumijeva povećanje poprečnog presjeka mišićnog vlakna i u visokoj je korelaciji s mišićnom jakosti, te je samim time fokus mnogih sportaša kao i rekreativaca kojima je primarni cilj izgledati i osjećati se dobro. Kod netreniranih pojedinaca mišićna hipertrofija neprimjetna je prilikom početnih faza treninga, te postaje dominantni faktor tek nakon nekoliko mjeseci sustavnog treninga (Schoenfeld, 2010).

Povećanje mišića prilikom treninga s otporima potpuno ovisi o mišićnoj hipertrofiji, međutim mnoga istraživanja su provedena da li postoji i mišićna hiperplazija, odnosno povećanje broja mišićnih stanica koja bi također mogla imati ulogu u rastu mišića.

U istraživanju MacDougall i sur., (1984) na uzorku od 5 vrhunskih bodybuildera, 7 umjereno treniranih bodybuildera i 13 netreniranih pojedinaca iste starosne dobi dobiveno je da prilikom treninga s otporima nije došlo do promijene broja mišićnih vlakana, te je zaključak da trening s otporima usmjeren na mišićnu hipertrofiju ne rezultira povećanjem broja mišićnih vlakana. Nadalje, McCall i sur (1996) u provedenom istraživanju navode da se broj mišićnih vlakana nije promijenio, te da su potrebna dodatna istraživanja kako bi se utvrdilo postoji li zaista mišićna hiperplazija kod ljudi i u kojoj mjeri, a do tada rezultat povećanje mišićne stanice potpuno ovisi o mišićnoj hipertrofiji. Također, trening s otporima povoljno utječe na održavanje i očuvanje zdravstvenog statusa bez obzira na spol i dob, te je najučinkovitija metoda za održavanje i povećanje mišićne mase i mišićne jakosti. (Sooneste i sur., 2013) Brojna istraživanja utvrdila su da postoji značajna pozitivna korelacija između treninga jakosti i povećanja poprečnog presjeka mišića posljedično trenažnim procesom kod muških i ženskih ispitanika. Iako naravno postoji određeni varijabilitet između pojedinaca pri odgovoru na trening jakosti utvrđeno je kako muški ispitanici pokazuju veći omjer jakosti prema poprečnom presjeku mišića nego žene (Maughan, Watson i Weir, 1983).

Prema Schoenfeldu (2010) glavni čimbenici koji primarno utječu na mišićnu hipertrofiju prilikom treninga su: mehanička napetost, oštećenje mišića i metabolički stres. Tijekom treninga svaki čimbenik ima svoju ulogu u povećanju mišićnog vlakna, stoga autor sugerira da se maksimalni učinci u mišićnoj hipertrofiji postižu treninzima koji proizvode značajan metabolički stres uz održavanje umjerenog stupnja mišićne napetosti. Također, trening orijentiran razvoju mišićne hipertrofije treba sadržavati raspon od 6 do 12 ponavljanja u seriji, pritom pokušati da faza koncentrične kontrakcije iznosi 1 do 3 sekunde, a ekscentrična faza 2 do 4 sekunde sa intervalom odmora 60-90 sekundi između serija.



Razvoj mišićne jakosti i hipertrofije izravno je povezan s akutnim čimbenicima programa vježbanja. Svaki čimbenik programa ima određeni utjecaj na ishode treninga. Stoga, da bi trening bio kvalitetno planiran i programiran, akutni čimbenici programa vježbanja također moraju biti pažljivo manipulirani.

#### **4. AKUTNI ČIMBENICI PROGRAMA VJEŽBANJA**

Planiranje i programiranje treninga složen je proces koji uključuje nekoliko bitnih programskih čimbenika i principa treninga. Akutni čimbenici programa vježbanja vrlo su bitni prilikom pravilnog manipuliranja treningom, što je ključno za postizanje maksimalnih učinaka u mišićnoj jakosti i hipertrofiji. Svaki od njih utječe na akutne i kronične odgovore trenažnog procesa i količinu prilagodbe živčano-mišićnog, endokrinog i mišićno-koštanog sustava.

Bird (2005) navodi kako učinkovitost treninga s otporima ovisi o sljedećim akutnim čimbenicima programa vježbanja: mišićnoj kontrakciji, izboru vježbi, brzini ponavljanja, frekvenciji, volumenu, intenzitetu, te intervalu odmora.

##### **4.1. Akutni čimbenici programa vježbanja – mišićna kontrakcija**

Poznata je činjenica da treninzi s otporima uključuju dinamička ponavljanja ekscentrične i koncentrične mišićne aktivnosti, dok izometrična aktivnost ima stabilizirajuću ulogu.

Meta-analizom koju su proveli Roig i sur., (2009) utvrđeno je kako provođenje ekscentričnih vježbi pri visokom intenzitetu više utječu na jakost nego vježbe koncentričnog karaktera, te da ekscentrični trening pri visokom intenzitetu bolje utječe na povećanje mišićne mase. To se može pripisati većoj sili mišića pri ekscentričnoj kontrakciji što u konačnici rezultira savladavanjem većeg opterećenja. Međutim, Bird (2005) sugerira da su mišićna jakost i morfološke promjene u mišićima najveće kada se u treningu koriste i ekscentrična i koncentrična mišićna akcija.

Stoga bi svaki kvalitetan plan i program treninga trebao uključivati i koncentrične i ekscentrične akcije kako bi učinci treninga bili maksimalni.

##### **4.2. Akutni čimbenici programa vježbanja – izbor vježbi**

Izbor vježbi koje će se koristiti u programu treninga iznimno je važan kako bi se što efikasnije povećala mišićna jakost i hipertrofija. Kao što je poznato, jednozglobne vježbe se koriste pri izoliranju pojedinih mišića ili mišićnih grupa, dok višezglobne vježbe dopuštaju savladavanje većeg opterećenja i samim time dolazi do boljeg razvoja sposobnosti. I jednozglobne i višezglobne vježbe imaju pozitivan utjecaj na povećanje mišićne jakosti, ali je potrebno naglasiti kako višezglobne vježbe uključuju složeniju živčanu aktivaciju, te zbog sudjelovanja

većih mišićnih skupina i posljedično većeg opterećenja predstavljaju najbolje vježbe za povećanje mišićne jakosti (Kraemer i Ratamess, 2004).

#### **4.3. Akutni čimbenici programa vježbanja – brzina ponavljanja**

Dok Perreira i Gomes (2003) navode da prilikom izotoničnog treninga nije moguće jednoznačno preporučiti brzinu izvođenja prilikom treninga s otporima koja bi najbolje utjecala na razvoj mišićne jakosti i hipertrofije, Bird (2005) predlaže, imajući u vidu kako povećanje hipertrofije ne ovisi samo o intenzitetu vježbe već i o duljini vremena koju je mišić proveo pod napetošću, kako bi idealna brzina ponavljanja trebala biti u trajanju dvije sekunde koncentrične, jednu sekundu pauze i četiri sekunde ekscentrične mišićne akcije.

#### **4.4. Akutni čimbenici programa vježbanja – frekvencija**

Frekvencija (učestalost) treninga odnosi se na broj treninga u nekom vremenskom periodu. Određivanje frekvencije treninga te potrebnog vremena za oporavak razlikuje se o vrsti treninga koji se provodi, kao i o sposobnosti oporavka pojedinca.

Prema Milanoviću (2013) oporavak podrazumijeva primjenu različitih dopuštenih mjera i postupaka tijekom odmora koji će omogućiti brzu regeneraciju sportaševa organizma, odnosno obnavljanje potrošenih energetske, hormonalne i živčano-mišićne pričuva i ponovnu uspostavu homeostaze, odnosno radne sposobnosti koja je bila narušena pod utjecajem opterećenja provedenog treninga, a osobito natjecanja. U tom periodu dolazi do normalizacije bioloških funkcija, uspostave homeostatske ravnoteže, obnavljanja energetske rezervi s postizanjem stanja privremene superkompenzacije, te postizanja rekonstrukcijskih učinaka u odnosu na mikrotraume osjetljivih staničnih struktura. Također, isti autor navodi da je za određene faze oporavka potrebno nekoliko minuta, dok je za druge potrebno čak i do 72 sata nakon završetka rada.

Frekvencija treninga veoma je važna varijabla prilikom treninga hipertrofije koja može znatno utjecati na povećanje mišićne mase, ali i stagnaciju ukoliko nije pravilno dozirana. Međutim, treba imati u vidu razinu treniranosti pojedinca jer pojedinci koji nemaju duži kontinuitet treninga trebaju trenirati manjom frekvencijom. Poznato je da trening s otporima izaziva stres

na koji se tijelo treba priviknuti kako bi u sljedećem treningu bilo u mogućnosti kvalitetno odgovoriti na isti ili veći otpor.

Istraživanja u kojima su velike mišićne grupe imale različitu frekvenciju treninga na tjednoj bazi pokazala su da optimalna frekvencija treninga za povećanje mišićne mase na tjednoj bazi iznosi barem dva puta za velike mišićne skupine za najveći mišićni rast, dok je još uvijek ostalo nepoznato utječe li frekvencija treninga od tri puta tjedno bolje na rast mišića, te su potrebna daljnja istraživanja kako bi produbili postojeće spoznaje (Schoenfeld, Ogborn i Krieger, 2016).

#### **4.5. Akutni čimbenici programa vježbanja – volumen**

Volumen je veoma važna komponenta za povećanje mišićne mase. Volumen definiramo kao ukupnu količinu rada koja je izvedena u treningu, odnosno broj ponavljanja u serijama tijekom treninga (Bird, 2005). U početnim fazama treninga jakosti volumen treninga možda je primarni faktor u razvoju maksimalne jakosti, te se preporuča korištenje velikog volumena treninga u počecima trenažnog procesa s otporima (Kraemer i sur., 1997). Što se tiče mišićne hipertrofije, rezultati desetotjednog istraživanja prema Ostrowski i sur. (1997) u kojem su muškarci s minimalno jednom godinom iskustva u treningu s otporima bili nasumično raspoređeni u grupe, tijekom koje je jedna grupa izvodila 3 serije, druga 6 serija, a treća 12 serija vježbi po mišićnoj grupi, pokazali su da utjecaj različitog volumena treninga nije polučio značajne razlike u mišićnoj hipertrofiji.

Provedenom meta analizom Kriegera (2010) ustanovljeno je da višestruke serije u vježbi imaju mnogo veći utjecaj na povećanje mišićne mase, nego jednostruke serije prilikom treninga s opterećenjem. Točnije učinci hipertrofije bili su 40% veći izvođenjem višestrukih u odnosu na jednostruke setove. Stoga je logično da pri programiranju treninga naglasak treba staviti na izvođenje višestrukih serija kako bi ostvarili što bolje efekte treninga.

#### **4.6. Akutni čimbenici programa vježbanja – intenzitet**

Intenzitet opterećenja čine dvije sastavnice: prva je sila koja je definirana veličinom vanjskog opterećenja, a druga je brzina, definirana tempom izvođenja trenažnog zadatka (Milanović, 2013). Apsolutni intenzitet je definiran kao opterećenje podignuto po ponavljanju, dok relativni intenzitet možemo izraziti kao postotak podignutog 1RM u odnosu na tjelesnu masu (Tan, 1999). Intenzitet ima veliki utjecaj na mišićnu hipertrofiju i vrlo vjerojatno je najvažnija

varijabla za stimulaciju mišićnog rasta. Nadalje, intenzitet se obično izražava kao postotak 1RM i odgovara broju ponavljanja koja mogu biti izvedena s određenim opterećenjem. Broj ponavljanja možemo klasificirati u 3 osnovna ranga: niski (1-5), umjeren (6-12) i visok (15+) (Schoenfeld, 2010). Smatra se možda i najvažnijom varijablom koja ima najveći utjecaj na mišićni rast i razvoj maksimalne jakosti. Visok intenzitet treninga dovodi do veće živčane aktivacije koja je stimulus za razvoj mišićne jakosti tijekom početnih fazi treninga, dok hipertrofija dolazi do izražaja u kasnijim fazama treninga (Tan, 1999).

Iako su volumen opterećenja i intenzitet vjerojatno najvažnije varijable za razvoj jakosti i hipertrofije, interval odmora također ima ulogu u postizanju željenih ishoda treninga. Intervalom odmora utječemo na intenzitet treninga, smanjujući njegovo trajanje dolazi do većih akutnih odgovora u narednim serijama vježbi.

#### **4.7. Akutni čimbenici programa vježbanja – interval odmora**

Interval odmora odnosi se na vrijeme između serija i vježbi posvećeno za oporavak, te mogu biti klasificirani u 3 kategorije: kratki odmor (vrijeme trajanja do 30 sekundi), umjereni odmor (60-90 sekundi) i dugi odmor (3 minute ili više). Kratki odmori između serija, kao što je poznato, češće su povezani s treningom hipertrofije, dok se duži odmori koriste u treningu jakosti (Schoenfeld, 2010). Potreba za odmorom između serija tijekom izvođenja treninga jakosti i hipertrofije vrlo je bitna kako bi se tijelo uspješno oporavilo i prilagodilo na buduće napore. Kraemer (1983) navodi kako je interval odmora primarna odrednica ukupnog intenziteta jer je dužina odmora izuzetno povezana sa savladanim opterećenjem tijekom treninga. Također, utječe na metaboličke i hormonalne odgovore, kao i učinkovitost izvedbe u narednim serijama.

Interval odmora od 3-5 minuta prilikom treninga jakosti dovoljan je da se obnovi adenozintrifosfat (ATP) i kreatin-fosfat (CP), te da sljedeća vježba može biti optimalno izvedena. Kao što je već navedeno povećanje mišićne jakosti u pozitivnoj je korelaciji s povećanjem poprečnog presjeka mišića, te iako se uz trening hipertrofije vežu kraći intervali odmora, istraživanje koje su proveli Schoenfeld i sur. (2016) pokazuje da je povećanje poprečnog presjeka mišića ruku bilo mnogo značajnije tijekom intervala odmora od 2,5 minute, naspram intervala odmora od 1 minute. Također meta-analiza Grgića i sur. (2017) pokazuje da i kratki i dugi intervali odmora imaju pozitivan utjecaj kada je u pitanju povećanje mišićne mase, međutim potrebni su duži intervali odmora kada je napor maksimalan kako bi se održala

razina učinkovitosti izvedbe. Submaksimalni napor s druge strane omogućuje korištenje kraćih intervala odmora. Osim toga, odabir vježbi veoma je bitan faktor jer su višezglobne vježbe puno kompleksnije te zahtijevaju duži odmor za razliku od jednozglobnih vježbi koje smanjuju potrebu za odmorom. Stoga je potrebno dobro poznavati i manipulirati programskim varijablama kako bi treningom postigli maksimalne učinke.

Zbog toga i interval odmora kao jedna od programskih varijabli ima vrlo značajnu ulogu i ne smije biti zanemarena prilikom planiranja i programiranja trenažnog procesa.

Volumen treninga značajna je varijabla za razvoj mišićne jakosti i hipertrofije koja je povezana s intervalom odmora. Što je odmor između serija veći, mogući je i veći volumen trenažnog rada u sljedećoj seriji. Prema tome, u sljedećem poglavlju utvrditi će se utjecaj različitih intervala odmora na volumen trenažnog procesa.

## **5. UTJECAJ INTERVALA ODMORA NA VOLUMEN TRENINGA**

Volumen treninga odnosi se na ukupan zbroj izvedenih ponavljanja pomnožen s opterećenjem koje je savladano prilikom treninga. Bitna je varijabla u programiranju treninga s otporima, te je važan čimbenik razvoja mišićne jakosti i hipertrofije. Prilikom početne faze treninga za razvoj maksimalne jakosti smatra se da je volumen važnija varijabla od intenziteta treninga (Tan, 1999). Pravilno manipuliranje volumenom treninga potrebno je kako bi se izbjegla pretreniranost koju definiramo kao nerazmjer između velike količine opterećenja treninga i natjecanja, te nedostatne količine i kvalitete odmora. Može se javiti u akutnom obliku koje rezultira kratkotrajnim smanjenjem sposobnosti i u kroničnom obliku, što rezultira dugotrajnim smanjenjem sposobnosti sportaša (Milanović prema Viru, 2013).

### **5.1. Utjecaj intervala odmora na pretreniranost**

Pretreniranost može biti uzrokovana različitim faktorima kao što su pogreške u programiranju treninga, koje se očituju u nedovoljnom vremenu za oporavak; naglom povećanju opterećenja nakon što je sportaš dulje izbivao sa treninga; prečestom primjenom visoko-intenzivnih opterećenja treninga i natjecanja; neodgovarajućim stilom života (malo sna, pušenje, alkohol, loša prehrana i sl.); te specifičnostima socijalnog okruženja.

Kako ne bi došlo do pretreniranosti, potrebno je optimalno, individualizirano i specifično planiranje i programiranje trenažnog procesa. Kada se izvode višestruke serije veći volumen treninga također je povezan s akutnim odgovorom hormona rasta koji stimulira mišićni rast, te ima optimalne učinke na razvoj jakosti i hipertrofije (Schoenfeld, 2010). Međutim, prilikom treniranja velikim volumenom potrebno je dobro poznavanje i manipuliranje varijablama među kojima i interval odmora ima bitnu ulogu kako ne bi došlo do smanjenja učinkovitosti tijekom treninga, te moguće pojave pretreniranosti.

Williardson i Burkett (2005) istražili su na vježbama čučnja i potiska s ravne klupe utjecaj trajanja odmora (jednu, tri i pet minuta) na volumen treninga i utvrdili kako je interval odmora od 5 minuta omogućio najveći volumen treninga. Nadalje, Miranda i sur. (2007) istražili su razlike utjecaja jedne i tri minute odmora između serija, te su rezimirali da je jedna minuta odmora rezultirala značajnim smanjenjem volumena treninga, vjerojatno zbog nedovoljnog vremena za obnavljanje anaerobnih izvora energije i većom koncentracijom laktata u krvi. Također, Miranda i sur. (2009) usporedili su interval odmora od 1 minute, te 3 minute na ukupan

volumen prilikom treninga gornjeg dijela tijela, te su rezultati istraživanja pokazali značajno veći volumen treninga tijekom odmora od tri minute u odnosu na jednu minutu.

Sva ova istraživanja pokazuju da je duži period odmora povezan sa većim ukupnim volumenom treninga, što je logično jer tijelo ima duže vremena za oporavak, te fiziološku i psihološku prilagodbu na izvođenje sljedeće serije. Međutim, potrebno je optimizirati period odmora kako bi rezultati u jakosti i hipertrofiji bili maksimalni. Prema tome Bird (2005) sugerira da je za razvoj jakosti potreban odmor od 3-5 minuta, dok je za razvoj mišićne hipertrofije optimalan odmor 1-2 minute, uvažavajući i druge varijable treninga, stanje treniranosti pojedinca, dob i ostale faktore prilikom treninga.

Izvođenje višestrukih serija posljedično dovodi do većeg volumena treninga koji je povezan s različitim metaboličkim odgovorima. Manipuliranje intervalom odmora ima utjecaj na veće ili manje nakupljanje metabolita u tijelu. Povećavajući odmor između serija, tijelo ima više vremena za oporavak i regeneraciju organizma, odnosno obnavljanje potrošenih energetske, hormonalnih i živčano-mišićnih pričuvi i ponovnu uspostavu radne sposobnosti.



## **6. UTJECAJ INTERVALA ODMORA NA METABOLIČKI STRES U TRENINGU JAKOSTI I HIPERTROFIJE**

Poznata je činjenica da trening s otporima dovodi do povećanja mišićne jakosti i hipertrofije. Mnoga istraživanja navode da je mehanički stres primarni poticaj za razvoj jakosti i hipertrofije jer sam može inicirati anabolički odgovor hormona (Schoenfeld, 2010). Isti autor navodi da sile povezane s treningom s otporima uzrokuju mehaničko-kemijski molekularni i stanični odgovor u miofibrilima i satelitskim stanicama. Hipertrofija do koje dolazi vježbanjem uzrokovana je raznim anaboličkim i kataboličkim utjecajima, pri čemu su efekti mehaničke stimulacije molekularno transducirani na način da dovode do sinteze proteina, a ne njihove razgradnje.

Osim mehaničkog stresa, postavlja se pitanje utječu li i drugi faktori kao što je metabolički stres na razvoj jakosti i hipertrofije (Schoenfeld, 2013). On je rezultat akumulacije metabolita, posebice laktata i vodikovih iona koji se pojavljuju tijekom trenažnoga procesa. Iako laktati ne mogu biti izravno zaslužni za mišićnu adaptaciju, mogu se koristiti kao pokazatelj metaboličkog stresa jer je, kako istraživanja pokazuju, povećana koncentracija metabolita povezana s povećanjem mišićne jakosti i hipertrofije (Gentil, Oliveira i Bottaro, 2006). Laktati imaju izrazit utjecaj na mišićno okruženje što može dovesti do povećanja stimulusa treninga kao što su aktivacija motornih jedinica, veći odgovor hormona i oštećenja mišića i na taj način doprinijeti razvoju mišićne jakosti i hipertrofije (Crewther, Cronin i Heogh, 2006). Mišićima je potrebna određena energija za obavljanje bilo kakvog tjelesnog rada, a osobito kada je riječ o intenzivnim tjelesnim aktivnostima ili treningu. U mišićima se nalazi ATP (adenozin-trifosfat), molekula bogata energijom, koja je osnovni i jedini izvor energije, a sastoji se od atoma kisika, dušika, ugljika, vodika i fosfora. ATP se razbija na ADP (adenozin difosfat) i anorganski fosfor kako bi se oslobodila energija potrebna za mišićni rad (Matković i Ružić, 2009). Količina ATP u stanicama dovoljna je za samo par sekundi (1-2 sekunde) maksimalnog rada. Resinteza ATP događa se kroz 3 energetska sustava: fosfageni sustav, anaerobni glikolitički i aerobni sustav. Opskrba energijom tijekom aktivnosti visokog intenziteta i kratkog trajanja događa se putem fosfagenog sustava koji se oslanja na pohranjeni kreatin fosfat za obnovu ATP, dok aktivnosti visokog intenziteta i dužeg trajanja zahtijevaju veći udio ATP koji se resintetizira putem glikolize. Taj proces uključuje razgradnju ugljikohidrata i dovodi do nastajanja mliječne kiseline unutar mišića. Daljnji procesi dovode do nastanka laktata u krvi koji bi mogli imati neizravni utjecaj na razvoj mišićne jakosti i hipertrofije (Crewther, Cronin i Heogh, 2006).

Istraživanja pokazuju kako i interval odmora može utjecati na laktatni odgovor. Primjerice, istraživanje Kraemera (1993) govori o puno većem laktatnom odgovoru kada je trajanje

intervala odmora bilo kraće (jednu u odnosu na tri minute) u treningu s otporima. To se slaže sa ostalim istraživanjima koja pokazuju puno veći laktatni odgovor provođenjem treninga hipertrofije u odnosu na trening mišićne jakosti (Crewther, Cronin i Heogh, 2006).

Nadalje, isti autori navode da spol, dob, trenažno iskustvo i prehrana mogu utjecati na odgovor laktata tijekom treninga s otporima. Međutim, važnost navedenih razlika ostaje nejasna kao i točni mehanizmi metaboličkog stresa kao odgovor na mišićnu jakost i hipertrofiju, te su potrebna daljnja istraživanja.

Osim toga, akutni hormonalni odgovori također imaju značajan utjecaj na razvoj mišićne jakosti i hipertrofije, te su usko povezani s ostvarenim efektima, odnosno promjenama tijekom trenažnog procesa.

## **7. AKUTNI HORMONALNI ODGOVORI NA RAZLIČITE INTERVALE ODMORA**

Trening s otporima izaziva mnoštvo akutnih fizioloških odgovora i kroničnih prilagodbi koje su ključne za povećanje mišićne jakosti i hipertrofije. Odgovarajući program treninga i manipulacija akutnim čimbenicima programa vježbanja osiguravaju optimalne odgovore sustava žlijezda s unutarnjim lučenjem (Kraemer i Ratamess, 2005). Također, stimulira otpuštanje različitih anaboličkih hormona, posebice testosterona i hormona rasta koji izazivaju sintezu proteina dovodeći time do mišićne jakosti i hipertrofije (Rahimi i sur., 2010).

Trajanje odmora između serija važna je varijabla u dizajniranju treninga s otporima i ovisi o ciljevima i vrsti treninga koji će se provoditi. Dužina odmora između serija i vježbi značajno utječe na metaboličke, hormonalne i kardiovaskularne odgovore tijekom treninga s otporima kao i na prilagodbe na trening (Kraemer i Ratamess, 2004).

Poznato je da nekoliko hormona utječu na sintezu proteina mišića kao što su testosteron i hormon rasta koji izazivaju akutne odgovore prilikom treninga s otporima.

### **7.1. Akutni odgovori hormona testosterona na različite intervale odmora**

Testosteron je snažan anabolički hormon koji ima izravan utjecaj na skeletne mišiće i rast mišićnog tkiva, neovisno o djelovanju drugih hormona (Kraemer i sur., 1990). U mišićima testosteron stimulira sintezu proteina (anabolički učinak) i inhibira njihovu razgradnju (antikatabolički učinak), što kombinirano dovodi do mišićne hipertrofije. Prilikom treninga s otporima, testosteron ima veliku ulogu u rastu mišića kao i naknadnim povećanjem jakosti kao trenažni odgovor (Vingren i sur., 2010). Vježbe koje uključuju velike mišićne skupine kao što su olimpijska dizanja utega, mrtva dizanja i čučanj skok potiču veće lučenje testosterona, stoga bi programiranje treninga za stimulaciju testosterona trebali biti bazirani oko vježbi koje aktiviraju upravo te mišićne skupine (Kraemer i Ratamess, 2005). Varijable treninga kao što su izbor vježbi, intenzitet i volumen značajno utječu na lučenje testosterona, pa tako i interval odmora između serija ima ovdje značajnu ulogu.

Rezultati istraživanja koje su proveli Villanueva, Lane i Schroeder (2012) pokazali su da korištenje relativno kratkih intervala odmora (60 i 90 sekundi) između serija izazivaju značajne akutne promjene u koncentraciji testosterona u treningu visokog intenziteta. Suprotno tome, Rahimi i sur. (2010) proveli su istraživanje o utjecaju tri različita perioda odmora desetorice pojedinaca sa iskustvom u treningu s otporima. Protokol treninga sastojao se četiri serije čučnja

i potiska s ravne klupe do otkaza pri opterećenju od 85% 1RM. Spoznali su značajno veću koncentraciju testosterona prilikom odmora od 90 i 120 sekundi kao i veći volumen treninga. Nadalje, rezultati istraživanja Rahimia i sur. (2011) govore da kratki intervali odmora (60 i 90 sekundi) više povećavaju koncentraciju kortizola nego testosterona, te da duži intervali odmora (120 sekundi) omogućuju veće lučenje testosterona. Prilikom dužeg odmora između serija dolazi do kvalitetnijeg oporavka, te samim time većeg volumena treninga i manjeg fiziološkog stresa. Stoga se preporučuju duži odmori kako bi došlo do većeg lučenja testosterona i kako bi maksimizirali rezultate treninga. Duži intervali odmora dovode do većeg povećanja jakosti i hipertrofije kod treniranih pojedinaca, te bi minimalan odmor za maksimalne učinke hipertrofije trebao biti oko dvije minute (Schoenfeld i sur., 2016).

Međutim, prilikom različitog manipuliranja varijablama treninga ova saznanja ne moraju biti točna, stoga prilagodba i učinci treninga ovise o pojedincu i mišićnim grupama koje se aktiviraju tijekom treninga.

Trening s otporima značajno utječe na akutni odgovor testosterona ali i hormona rasta koji također ima značajan utjecaj na mišićni rast i razvoj. Potrebno je pravilno manipulirati varijablama treninga kako bi osigurali optimalne endokrine odgovore. Hormon rasta također je veoma važan u ostvarivanju željenim efekata trenažnog procesa.

## **7.2. Akutni odgovori hormona rasta na različite intervale odmora**

Poznato je da hormon rasta utječe na sve dijelove tijela koji su povezani s rastom, stimulira rast kostiju i mišića, potiče sintezu proteina, usporava metabolizam ugljikohidrata. Somatokrinin i somatostatin su hormoni koji nastaju u stanicama hipotalamusa, te potiču lučenje hormona rasta u hipofizi (Carola, Harley i Noback, 1992). Različiti intervali odmora u treningu jakosti i hipertrofije dovode do različitih hormonalnih odgovora, pa je tako kratki interval odmora od 60 sekundi u treningu s otporima rezultirao značajnijim lučenjem hormona rasta i manjim ukupnim volumenom treninga. S druge strane, duži intervali odmora (90 i 120 sekundi) pospješili su veće lučenje testosterona i veći volumen treninga (Rahimi i sur., 2010). Nadalje, Bottaro i sur. (2009) proveli su istraživanje utjecaja triju različita intervala odmora (30, 60 i 120 sekundi) tijekom treninga s otporima kod mladih žena. Interval odmora od 30 sekundi pokazao je veće vrijednosti hormona rasta, što pokazuje da je veoma mali odmor dovoljan za povećani odgovor hormona rasta. Treningom s otporima moguće je podići koncentraciju hormona rasta 30 minuta nakon treninga podjednako kod žena i muškaraca, međutim veličina akutnog odgovora uvelike ovisi

o varijablama treninga i metaboličkim svojstvima protokola treninga. Također, višestruke serije u treningu izazivaju veći odgovor hormona rasta nego jednostruki setovi zbog većeg ukupnog rada i savladanog opterećenja (Kraemer i Ratamess, 2005). Kombinacija serija umjerenog intenziteta s vrlo kratkim intervalima odmora pokazala se kao najefikasnija metoda za akutno povećanje hormona rasta (de Salles i sur., 2005).

Nasuprot testosteronu i hormonu rasta koji imaju anabolički utjecaj, kortizol dovodi do katabolizma, odnosno razgradnje proteina i ima negativan utjecaj na rast i razvoj mišića.

### **7.3. Akutni odgovori kortizola na različite intervale odmora**

Kortizol spada u skupinu glukokortikoida i čini otprilike 95% ukupne glukokortikoidne aktivnosti. Osim što reguliraju koncentraciju glukoze u krvi, glukokortikoidi utječu na metabolizam svih vrsta hrane, djeluju kao protuupalno sredstvo, utječu na rast, smanjuju učinke psihičkog i emocionalnog stresa, te u jetri povećava stvaranje glukoze iz aminokiselina i drugih spojeva (glukoneogenezu).

Kortizol je steroidni hormon koji se luči u kori nadbubrežne žlijezde i ima kataboličke učinke na mišićni rast. Trening s otporima povećava razinu kortizola, što može dovesti do inhibicije sinteze proteina i samim time onemogućiti povećanje mišićne mase (Carola, Harley i Noback, 1993). Manipuliranje varijablama treninga ima veliki utjecaj na količinu lučenja kortizola, pa tako broj serija po određenoj vježbi i volumen imaju ulogu u lučenju kortizola. U treningu s otporima četiri do šest serija izazivaju značajno veće lučenje kortizola, nego korištenje dvije serije u treningu. Također, povećanje volumena treninga uključivanjem većeg intenziteta u serijama forsiranih ponavljanja povećava lučenje kortizola u odnosu na manje opterećenje i bez korištenja forsiranih ponavljanja (Kraemer i Ratamess, 2005). Nadalje, istraživanja pokazuju da trening s otporima značajno utječe na lučenje kortizola podjednako kod žena i muškaraca (Kraemer i sur., 1993). Što se tiče intervala odmora, također utječe na akutni odgovor kortizola, pa tako Kraemer (1996) govori da izvođenje osam serija s 10RM nožnog potiska s minutom odmora između serija izaziva značajno veći akutni odgovor kortizola, za razliku od istog protokola sa odmorom od tri minute. Nadalje, interval odmora od 60 i 90 sekundi izazvali su veći odgovor kortizola, nego testosterona čime su katabolički procesi prevladali. Duži odmor (120 sekundi) između serija rezultirao je većim akutnim odgovorom testosterona, vjerojatno zbog većeg volumena treninga i manjeg fiziološkog stresa (Rahimi, Rohani i Ebrahimi, 2011).

Prema tome preporučuju se duži intervali odmora između serija kako bi došlo do većeg akutnog odgovora hormona testosterona koji potiče mišićni rast i ima pozitivan učinak na mišićnu jakost.

Interval odmora izrazito utječe na metaboličke i hormonalne odgovore prilikom treninga mišićne jakosti i hipertrofije. Različiti intervali odmora dovesti će do različitih akutnih odgovora, što će posljedično utjecati na ishode trenažnog procesa. Kako bi treningom ostvarili željeni cilj, potrebno je maksimizirati učinke, odnosno promjene koje su nastale kao rezultat trenažnog rada. Različiti intervali odmora u treningu mišićne jakosti i hipertrofije imaju različite utjecaje te je potrebna njihova pravilna manipulacija da se trenažni efekti maksimiziraju.

## **8. UTJECAJ INTERVALA ODMORA NA MIŠIĆNU HIPERTROFIJU I JAKOST**

Poznato je da je trening s otporima jedan od najpopularnijih načina za razvoj mišićne jakosti, hipertrofije, mišićne izdržljivosti i snage. Kako bi treningom dobili maksimalne rezultate i efikasnost potrebno je dobro razumjeti i manipulirati varijablama treninga kao što su intenzitet, volumen, brzina ponavljanja, frekvencija treninga, vrsta mišićne kontrakcije i interval odmora. Mijenjanje i upravljanje varijablama treninga daje različite akutne odgovore i kronične adaptacije organizma, te njihova manipulacija i izrada plana i programa treninga mora biti precizno definirana kako bi željeni efekti treninga bili maksimalni. Među varijablama treninga, interval odmora koji je definiran kao vrijeme posvećeno oporavku između serija, također ima utjecaj na ciljeve i ishode treninga. Dužina intervala odmora ovisi o cilju treninga, opterećenju kao i stanju treniranosti pojedinca. Poznato je da su kraći intervali odmora vezani uz trening hipertrofije jer dolazi do povećanog lučenja anaboličkih hormona koji su dijelom povezani uz vježbanje, dok se duži periodi odmora koriste prilikom treninga jakosti zbog potrebnog oporavka, te kako bi se održao podjednak volumen treninga.

### **8.1. Utjecaj intervala odmora na mišićnu hipertrofiju**

Povećanje mišićne mase izravno je povezano sa tri čimbenika: mehanička napetost, metabolički stres i oštećenje mišića (Schoenfeld, 2013). Mehanička napetost smatra se najvažnijim čimbenikom povećanja mišićne mase jer je dokazano da sama mehanička napetost može inicirati molekularne i stanične odgovore u miofibrilima i satelitskim stanicama koje su potrebne za mišićnu hipertrofiju (Grgić i sur., 2017). Iako mehanička napetost sama može dovesti do mišićne hipertrofije, mala je vjerojatnost da će isključivo biti zaslužna za mišićnu hipertrofiju.

Trening s otporima uzrokuje lokalizirana oštećenja mišićnog tkiva, koji pod određenim uvjetima dovode do mišićne hipertrofije. Oštećenje može biti primjetno na samo nekoliko makromolekula tkiva, no može dovesti i do velikih oštećenja u sarkolemi, bazalnoj lamini i potpornim vezivnim tkivima ili izazvati oštećenje kontraktilnih elemenata i citoskeleta (Schoenfeld, 2012). Najslabije sarkomere nalaze se u različitim regijama miofibrila, te nejednako produljenje uzrokuje smicanje miofibrila što dovodi do deformiranja membrani. Uzrok je poremećaj homeostaze kalcija i oštećenje mišića (Schoenfeld, 2010). Oštećenje mišićnih vlakana uključuje upalni odgovor koji uključuje neutrofile, makrofage i leukocite koji dovode do proizvodnje miozina koji potiču oslobađanje različitih čimbenika rasta, te reguliraju

proliferaciju i diferencijaciju satelitskih stanica (Toigo i Boutellier, 2006). Iako se metabolički stres ne smatra najvažnijim čimbenikom mišićnog rasta, ima veliki utjecaj na mišićnu hipertrofiju. On se pojavljuje kao rezultat vježbanja koji se oslanja na anaerobnu glikolizu za proizvodnju ATP-a, što rezultira naknadnim nakupljanjem metabolita kao što su laktati, vodikovi ioni, anorganski fosfati, te kreatin. Smatra se da veća količina laktata prilikom glikolitičkog treninga može dovesti do povećane degradacije vlakana i veće stimulacije simpatičkog živčanog sustava čime dolazi do odgovora u mišićnoj hipertrofiji (Schoenfeld, 2010). Stoga sva tri čimbenika bi trebala biti zastupljena kako bi došlo do optimalne mišićne hipertrofije prilikom treninga s otporima.

Potreban odmor između serija ovisi o intenzitetu, opterećenju, spolu, dobi, vrsti mišićne kontrakcije, redoslijedu vježbi i individualnoj mišićnoj jakosti. Bodybuilderi treniraju s umjerenim opterećenjima i prilično kratkim intervalima odmora koji induciraju velike količine metaboličkog stresa, dok powerlifteri treniraju s velikim opterećenjem i dugim periodima odmora između serija, te je poznato da obje grupe pokazuju visoke rezultate u mišićnoj hipertrofiji (Schoenfeld, 2010). Kraći intervali odmora obično su povezani s treningom hipertrofije jer izazivaju veće apsolutne i relativne akutne promjene u koncentraciji hormona rasta, te testosterona koji su povezani sa mišićnim rastom. Istraživanje koje je proveo Kraemer (1990) pokazalo je da su kraći intervali odmora bili povezani sa većim akutnim odgovorom hormona rasta koji je dijelom odgovoran za mišićnu hipertrofiju. Nadalje, Buresh, Berg i French (2009) usporedili su učinke različitih intervala odmora (1 minuta i 2,5 minute) prilikom desetotjednog perioda treninga s otporima koje je izazvalo otkaz prilikom tri serije svake vježbe. Odmor od jedne minute rezultirao je većim hormonskim odgovorom u prvom tjednu treninga, međutim, razlika između dviju grupa više nije bila značajna krajem desetog tjedna treninga, što sugerira da hormonalni odgovor ne mora biti nužan kako bi mišićna hipertrofija bila maksimalna.

S druge strane, Schoenfeld i sur. (2016) pokazuju da duži intervali odmora imaju bolji utjecaj na mišićnu hipertrofiju, vjerojatno zbog većeg volumena opterećenja. Rezultati ovog istraživanja slažu se sa rezultatima Grgića i sur. (2017) koji sugeriraju korištenje duljeg odmora (više od 60 sekundi) kada je cilj povećanje mišićne mase jer omogućuje savladavanje većeg opterećenja. Međutim, duljina trajanja odmora može varirati ovisno o naporu, što znači ako je napor maksimalan, interval odmora trebao bi biti duži, za razliku od submaksimalnog napora koji omogućuje korištenje kraćih intervala odmora.



Zaključno, potrebna su dodatna istraživanja kako bi sa sigurnošću mogli znati kakav interval odmora mora biti da bismo dobili najbolje rezultate u treningu mišićne hipertrofije.

## **8.2. Utjecaj intervala odmora na mišićnu jakost**

Povećanje mišićne jakosti povezano je sa živčanom aktivacijom, povećanjem poprečnog presjeka mišića i promjenama u arhitekturi i morfologiji mišića. U početnim fazama treninga živčana prilagodba dominantan je mehanizam povećanja mišićne jakosti, međutim nakon nekoliko mjeseci treninga mišićna prilagodba ipak postaje dominantan faktor (Baker, Wilson i Caryon, 1994). Bird (2005) ističe da početno treniranje i zdravstveni status, zajedno sa specifičnim programom treninga utječe na količinu odgovora živčano-mišićne adaptacije. Međutim, najvažniji čimbenici koji utječu na živčano-mišićnu, endokrinu i mišićno-koštanu adaptaciju su akutne programske varijable. Stoga je potrebno njihovo dobro poznavanje i praktična primjena kako bi željeni učinci treninga bili maksimalni. Među varijablama treninga, interval odmora između serija također ima ulogu u ishodima treninga jakosti.

Primjeren odmor između izvođenja vježbi jakosti potreban je kako došlo do mišićnog oporavka i održavanja intenziteta treninga. Sposobnost generiranja visokih sila u mišiću primarni je stimulans za maksimiziranje jakosti, stoga je potrebno optimizirati period odmora kako bi se poboljšala naknadna pojava mišićne jakosti. Mogućnost uspostavljanja živčano-mišićne aktivacije, aktivne mišićne tenzije i metaboličke homeostaze bitni su faktori u procesu odmora između mišićnih kontrakcija nakon izvedene vježbe, a kako bi se uspješno održao volumen rada prilikom treninga. U istraživanju Kraemera (1997) koji je na uzorku nogometaša usporedio učinak odmora od tri minute u odnosu na jednu minutu odmora na ukupan broj ponavljanja prilikom izvođenja tri serije potiska sa ravne klupe i nožnog potiska. Tijekom odmora od tri minute između serija svaki igrač uspio je izvršiti zadanih 10 ponavljanja u sve tri serije, za razliku od odmora od jedne minute koji je rezultirao značajnim smanjenjem broja ponavljanja. Nadalje, Pincivero, Lephart i Karunakara (1998) navode važnost dovoljne dužine odmora (160 sekundi) kako bi došlo do fiziološkog oporavka skeletnih mišića i obnavljanja funkcije mišića prilikom treninga te kako bi interval odmora povoljno utjecao na proizvodnju sile čime bi došlo do većeg razvoja jakosti.

Što se tiče maksimalne jakosti, Weiru (1994) je proveo istraživanje u kojem su rekreativci s minimalno dvije godine iskustva u potisku s ravne klupe i koji mogu potisnuti 125% svoje težine trenirali s različitim intervalima odmora: 1, 3, 5 i 10 minuta. Rezultati nisu pokazali

značajnu razliku između različitih intervala odmora jer su većina ispitanika uspjeli ponoviti 1RM u potisku s ravne klupe. Također, istraživanje od Willardsona i Burketta (2008) pokazuje da je odmor od dvije minute između serija dovoljan kako bi došlo do povećanja jakosti, dok odmor od četiri minute dovodi do povećanja, ali ne statistički značajnih. Međutim, rezultati se mogu primijeniti samo na izvođenje vježbe čučnja te ovise o faktorima kao što su godine treniranja i izvodi li se vježba na početku ili na kraju treninga što je bitno za odabir potrebne dužine odmora. S druge strane, rezultati Matuszaka i sur. (2003) pokazali su da u nekim slučajevima jedna minuta odmora nije uvijek dovoljna za oporavak, vjerojatno zbog fiziološkog i psihološkog stresa prilikom izvođenja 1RM. Zaključak je da prilikom testiranja maksimalne jakosti treba dozvoliti dovoljan oporavak, te se preporučuju duži odmori između serija, posebno prilikom kompleksnih vježbi koje zahtijevaju visoku razinu živčano-mišićne koordinacije. Dovoljan oporavak dovest će do smanjenja fiziološkog i psihološkog stresa, te optimizacije treninga jakosti. Naravno, manipuliranje intervalima odmora treba biti pravilno dozirano kako bi se i ostali ciljevi i prioriteta treninga mogli izvršiti.

## 9. ZAKLJUČAK

Interval odmora podrazumijeva vrijeme između serija i vježbi potrebno za oporavak i važna je varijabla kvalitetnog plana i programa trenažnog procesa. Trening jakosti i hipertrofije nezaobilazan je dio trenažnog procesa koji utječe na podizanje sportaševih sposobnosti, smanjuje rizik nastanka ozljede i pospješuje postizanje vrhunskih rezultata. Interval odmora primarna je odrednica intenziteta jer je dužina odmora povezana sa savladanim opterećenjem u narednim serijama. Također izrazito utječe na metaboličke i hormonalne odgovore prilikom treninga mišićne jakosti i hipertrofije. Kraći intervali odmora obično se vežu uz trening hipertrofije, međutim, istraživanja pokazuju da je potreban duži odmor kako bi došlo do maksimalnih učinaka pri treningu mišićne jakosti i hipertrofije. Navedeno je da minimalan odmor za maksimalne učinke hipertrofije treba biti dvije minute, te pažnju usmjeriti na volumen treninga i izvoditi kompleksne, višezglobne vježbe. Iako se volumen i intenzitet smatraju glavnim čimbenicima za razvoj jakosti i hipertrofije, potrebno je pravilno manipuliranje i intervalom odmora kako bi tijelo uspješno oporavilo i prilagodilo na buduće napore i kako bi se ostvarili maksimalni učinci treninga. Stoga, kvalitetan plan i program treninga ovisi o odličnom poznavanju i manipuliranju varijablama i principima treninga, pa tako i intervalom odmora koji ima značajan utjecaj na akutne i kronične odgovore tijekom treninga jakosti i hipertrofije i nikako ne smije biti zanemaren prilikom planiranja i programiranja trenažnog procesa.

## 10. LITERATURA

- American College of Sports Medicine (2009). American College of Sports Medicine position stand. Progression models in resistance training for healthy adults. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 41(3), 687–708. <https://doi.org/10.1249/MSS.0b013e3181915670>
- American College of Sports Medicine. (2009). Progression Models in Resistance training for Healthy Adults. *Medicine and science in sports and exercise*, 41(3), 687-708. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181915670.
- Arazi, H., & Rahimi, R. (2011). The effect of different rest intervals between multiple bench press bouts. *South African Journal for Research in Sport, Physical Education and Recreation*, 33(1), 1–8. <https://doi.org/10.4314/sajrs.v33i1.65480>
- Arazi, H., & Rahimi, R. (2011). The effect of different rest intervals between multiple bench press bouts. *South African Journal for Sport, Physical Education and Recreation*, 33(1), 1-8. doi: 10.4314/sajrs.v33i1.65480
- Baker, D., Wilson, G. & Carlyon, R. (1994). Periodization: The effect on Strength of Manipulating Volume and Intensity. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 8(4), 235-242. doi: 10.1519/1533-4287(1994)008<0235:PTEOSO>2.3.CO;2
- Benedict, T. (2004). Manipulating Resistance Training Program Variables to Optimize Maximum Strength in Men: A Review. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 13(3), 289.
- Bird, S. P., Tarpenning, K. M., & Marino, F. E. (2005). Programmes to Enhance Muscular Fitness. *Sport Medicine*, 35(10), 841–851.
- Bottaro, M., Martins, B., Gentil, P., & Wagner, D. (2009). Effects of rest duration between sets of resistance training on acute hormonal responses in trained women. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 73–78. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2007.10.013>

- Buresh, R., Berg, K., & French, J. (2008). The Effect of Resistive Exercise Rest Interval on Hormonal Response, Strength, and Hypertrophy With Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 23(1), 62-71. doi: 10.1519/JSC.0b013e318185f14a
- Carola, R., Harley, J. P., & Noback, C. R. (1992). *Human Anatomy and Physiology*. McGraw-Hill.
- Crewther, B., Cronin, J., & Keogh, J. (2006). Acute Metabolic Responses. *Sports Medicine*, 36(1), 65–78.
- de Salles, B. F., Miranda, F., da Silva Novaes, J., Willardson, J. M., Simão, R., & Lemos, A. (2009). Rest Interval between Sets in Strength Training. *Sports Medicine*, 39(9), 765–777. <https://doi.org/10.2165/11315230-000000000-00000>
- Fleck, S. J., Falkek, J. E. (1986). Value of Resistance Training for the Reduction of Sports Injuries. *Sports medicine*, 3(1), 61-68. doi: 10.2165/00007256-198603010-00006
- Gentil, P., Oliveira, E., & Bottaro, M. (2006). Time under tension and blood lactate response during four different resistance training methods. *Journal of Physiological Anthropology*, 25(5), 339–344. <https://doi.org/10.2114/jpa2.25.339>
- Grgic, J., Lazinica, B., Mikulic, P., Krieger, J. W., & Schoenfeld, B. J. (2017). The effects of short versus long inter-set rest intervals in resistance training on measures of muscle hypertrophy: A systematic review. *European Journal of Sport Science*, 17(8), 983–993. <https://doi.org/10.1080/17461391.2017.1340524>
- [https://doi.org/10.1519/1533-4287\(1999\)013<0289:mrtpvt>2.0.co;2](https://doi.org/10.1519/1533-4287(1999)013<0289:mrtpvt>2.0.co;2)
- Kraemer, W. J. (1983). Exercise Prescription in Weight Training: Manipulating Program Variables. University of Wyoming. [https://journals.lww.com/nsca-scj/Citation/1983/06000/Exercise\\_Prescription\\_in\\_Weight\\_Training\\_.10.aspx](https://journals.lww.com/nsca-scj/Citation/1983/06000/Exercise_Prescription_in_Weight_Training_.10.aspx)

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. (2005). Hormonal responses and adaptations to resistance exercise and training. *Sports Medicine*, 35(4), 339–361. Dostupno na: <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=c8h&AN=106484662&lang=pt-br&site=ehost-live>

Kraemer, W. J., & Ratamess, N. A. (2004). Fundamentals of Resistance Training : Progression and Exercise Prescription. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 36(4), 674-688. <https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000121945.36635.61>

Kraemer, W. J., Clemson, A., Triplett, N. T., Bush, J. A., Newton, R. U. & Lynch, J. M. (1996). The effects of plasma cortisol elevation on total and differential leukocyte counts in response to heavy-resistance. *European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology*, 73(1-2), 93-97. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/?term=The+effects+of+plasma+cortisol+elevation+on+total+and+differential+leukocyte+counts+in+response+to+heavy-resistance.+European+Journal+of+Applied+Physiology+and+Occupational+Physiology>

Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Dziados, J. E., Harman, E. A., Marchitelli, L. J., Gordon, S. E., Mello, R., Frykman, P. N., Koziris, L. P., & Triplett, N. T. (1993). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of Applied Physiology*, 75(2), 594-604. doi: 10.1152/jappl.1993.75.2.594 .

Kraemer, W. J., Fleck, S. J., Dziados, J. E., Harman, E. A., Marchitelli, L. J., Gordon, S. E., Mello, R. ...Triplett, N. T. (1985). Changes in hormonal concentrations after different heavy-resistance exercise protocols in women. *Journal of applied Physiology*, 75 (2): 594-604. doi: 10.1152/jappl.1993.75.2.594

Kraemer, W. J., Marchitelli, L., Gordon, S. E., Harman, E., Dziados, J. E., Mello, R., Frykman,

- P., McCurry, D., & Fleck, S. J. (1993). Hormonal and growth factor responses to heavy resistance exercise protocols. *Journal of Applied Physiology*, 69(4), 1442-1450. doi: 10.1152/jappl.1990.69.4.1442
- Kramer, J. B., Stone, M. H., O'Bryant, H. S., Conley, M. S., Johnson, R. L., Nieman, D. C., ... Hoke, T. P. (2010). Effects of Single vs. Multiple Sets of Weight Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 11(3), 143–147. <https://doi.org/10.1519/00124278-199708000-00002>
- Krieger, J. W. (2010). Single vs. Multiple Sets of Resistance Exercise for Muscle Hypertrophy: A Meta-Analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(4), 1150-1109. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181d4d436
- MacDougall, J. D., Sale, D. G., Alway, S. E., & Sutton, J. R. (2017). Muscle fiber number in biceps brachii in bodybuilders and control subjects. *Journal of Applied Physiology*, 57(5), 1399–1403. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.5.1399>
- Matković, B. & Ružić, L. (2009). *Fiziologija sporta i vježbanja*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Matuszak, M. E., Fry, A. C., Weiss, L. W., Ireland, T. R., & McKnight, M. M. (2003). The *Journal of Strength and Conditioning Research*, 17(4): 634-7. doi: 10.1519/1533-4287(2003)017<0634:EORILO>2.0.CO;2
- McCall, G. E., Byrnes, W. C., Dickinson, A., Pattany, P. M., & Fleck, S. J. (1996). Muscle Fiber Hypertrophy, Hyperplasia, and Capillary Density in College Males Following Resistance Training. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 81(5), 2004-2012. <https://doi.org/10.1249/00005768-199505001-00369>
- Milanović, D. (2013). *Teorija treninga*. Zagreb: Kineziološki fakultet.
- Milanović, D., Jukić, I., & Šimek, S. (2003). *Metode trenažnog rada u sportu*. U V. Findak i K.

- Delija (ur.), Metode rada u području edukacije, sporta i sportske rekreacije (str. 25-36). Zagreb: Hrvatski kineziološki savez. Dostupno na
- Miranda, H., Fleck, S.J., Simao, R., Barreto, A. C., Dantas, E. H.M., & Novaes, J. (2007). Effect of Two Different Rest Period Lengths on The Number of Repetitions Performed During Resistance Training. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 21(4), 1032-1036. doi: 10.1519/R-21026.1
- Miranda, H., Simão, R., Moreira, L. M., de Souza, R. A., de Souza, J. A. A., de Salles, B. F., & Willardson, J. M. (2009). Effect of rest interval length on the volume completed during upper body resistance exercise. *The Journal of Sports Science and Medicine*, 8(3), 388–392.
- Ostrowski, K. J., Wilson, G. J., Weatherby, R., Murphy, P. W. & Lyttle, A. D. (1997). The effect of Weight Training Volume on Hormonal Output and Muscular Size and Function. *The journal of Strength and Conditioning Research*, 11(1), 148-154. doi: 10.1519/1533-4287(1997)011<0148:TEOWTV>2.3.CO;2
- Pereira, M. I. R., & Gomes, P. S. C. (2003). Movement velocity in resistance training. *Sports Medicine*, 33(6), 427–438. <https://doi.org/10.2165/00007256-200333060-00004>
- Pincivero, D. M., Lephart, S. M. & Karunakara, R. G. (1998). Effects of Intrasession Rest Interval on Strength and Recovery and Reliability During High Intensity Exercise. *The journal of Strength and Conditioning Research*, 12(3), 152-156. doi: 10.1519/00124278-199808000-00005
- Rahimi, R., Qaderi, M., Faraji, H., & Boroujerdi, S. S. (2010). Effects of Very Short Periods on Hormonal Responses to Resistance Exercise in Men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 24(7), 1851-1859. doi:10.1519/JSC.0b013e3181ddb265



- Rahimi, R., Rohani, H., & Ebrahimi, M. (2011). Effects of very short rest periods on testosterone to cortisol ratio during heavy resistance exercise in men. *Apunts Medicina de l'Esport*, 46(171), 145–149. <https://doi.org/10.1016/j.apunts.2011.03.002>
- Rivas, D. A., & Fielding, R. A. (2012). Skeletal Muscle. *Encyclopedia of Human Nutrition*, 4(4), 193–199. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-375083-9.00188-4>
- Roig, M., O'Brien, K., Kirk, G., Murray, R., McKinnon, P., Shadgan, B., & Reid, W. D. (2009). The effects of eccentric versus concentric resistance training on muscle strength and mass in healthy adults: A systematic review with meta-analysis. *British Journal of Sports Medicine*, 43(8), 556–568. <https://doi.org/10.1136/bjsm.2008.051417>
- Schoenfeld, B. J. (2010). The mechanisms of muscle hypertrophy and their application to resistance training. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 24(10), 2857-2872. doi: 10.1519/JSC.0b013e3181e840f3
- Schoenfeld, B. J. (2012). Does Exercise-Induced Muscle Damage Play a Role in Skeletal Muscle Hypertrophy?. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(5), 1441-1453. doi: 10.1519/JSC.0b013e31824f207e
- Schoenfeld, B. J. (2013). Potential mechanisms for a role of metabolic stress in hypertrophic adaptations to resistance training. *Sports Medicine*, 43(3), 179–194. <https://doi.org/10.1007/s40279-013-0017-1>
- Schoenfeld, B. J., Ogborn, D., & Krieger, J. W. (2016). Effects of Resistance Training Frequency on Measures of Muscle Hypertrophy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Sports Medicine*, 46(11), 1689–1697. <https://doi.org/10.1007/s40279-016-0543-8>
- Schoenfeld, B. J., Pope, Z. K., Benik, F. M., Hester, G. M., Sellers, J., Nooner, J. L., ... Krieger,

- J. W. (2016). Longer interset rest periods enhance muscle strength and hypertrophy in resistance-trained men. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 30(7), 1805–1812. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001272>
- Schoenfeld, B.J., Grgic, J., Ogborn, D., & Krieger, J.W. (2017). Strength and Hypertrophy Adaptations Between Low- vs. High-Load Resistance Training: A Systematic Review and Meta-analysis. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 31(12), 3508-3523. doi: 10.1519/JSC.0000000000002200
- Sooneste, H., Tanimoto, M., Kakigi, R., Saga, N. & Katamoto, S. (2013). Effects of training volume on strength and hypertrophy in young men. *The journal of Strength and Conditioning Research*, 27(1), 8-13. doi:10.1519/JSC.0b013e3182679215
- Toigo, M., & Boutellier, U. (2006). New fundamental resistance exercise determinants of molecular and cellular muscle adaptations. *European Journal of Applied Physiology*, 97(6), 643–663. <https://doi.org/10.1007/s00421-006-0238-1>
- Tsutsumi, T., Don, B. M., Zaichkowsky, L. D., & Delizonna, L. L. (1997). Physical Fitness and Psychological Benefits of Strength Training Community Dwelling Older Adults. *Applied Human Science Journal of Physiological Anthropology*, 16(6), 257-266. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9545677>
- Villanueva, Mathew G., Villanueva, Mike G., Lane, C. J., & Schroeder, E. T. (2012). Influence of Rest Interval Length on Acute Testosterone and Cortisol Responses to Volume-Load–Equated Total Body Hypertrophic and Strength Protocols. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 26(10), 2755-2764. doi: 10.1519/JSC.0b013e3182651fbc
- Vingren, J. L., Kraemer, W. J., Ratamess, N. A., Anderson, J. M., Volek, J. S., & Maresh, C. M. (2010). Testosterone physiology in resistance exercise and training: The up-stream regulatory elements. *Sports Medicine*, 40(12), 1037–1053.

<https://doi.org/10.2165/11536910-0000000000-00000>

- Weir J. P., Wagner, L. L, Housh, T. J. (1994). The effect of rest interval length on repeated maximal bench presses. *The journal of Strength and Conditioning Research*, 8(1), 58-60. doi: 10.1519/1533-4287(1994)008<0058:TEORIL>2.3.CO;2
- Willardson, J. M., & Burkett, L. N. (2005). A Comparison of 3 Different Rest Intervals on the Exercise Volume Completed During a Workout. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 19(1), 23-26. doi: 10.1519/R-13853.1
- Willardson, J. M., & Burkett, L.N. (2008). The Effect of Different Rest Intervals Between Sets on Volume Components and Strength Gains. *The Journal of Strength and Conditioning Research*, 22(1), 146-152. doi: 10.1519/JSC.0b013e31815f912d